

# Afectación de la salud humana por el deterioro de la calidad del aire debido a la emisión de contaminantes atmosféricos

## Affection of human health due to deterioration of air quality product of the emission of atmospheric contaminants

Medina Díaz, Hassay L<sup>1</sup> y Vega Oliveros, Diana E<sup>2</sup>

Fundación Universitaria de San Gil – UNISANGIL

Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, programa Ingeniería Ambiental  
Yopal, Colombia

[hassaymedina@unisangil.edu.co](mailto:hassaymedina@unisangil.edu.co)  
[dvega@unisangil.edu.co](mailto:dvega@unisangil.edu.co)

Fecha de Recepción: 07 de febrero de 2019

Fecha de Aceptación: 16 de mayo de 2019

**Resumen** — En el siguiente artículo se presenta una revisión bibliográfica acerca de la afectación en la salud humana consecuencia de la alteración en la calidad del aire generada por la emisión de contaminantes atmosféricos emitidos por las distintas industrias y vehículos; es decir los diversos sectores económicos en sus procesos unitarios, generan emisiones atmosféricas que causan daño tanto al ambiente como al ser humano. Estas emisiones están cargadas de contaminantes como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), y material particulado entre otros, los cuales causan deterioro en la salud en grupos vulnerables como niños menores de 5 años, madres gestantes, adultos mayores y personas que sufren de enfermedades respiratorias como el asma, la bronquitis crónica, quienes padecen enfermedades cardiovasculares o diabetes y, en general, las personas de edad avanzada. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de 249 mil muertes prematuras fueron atribuibles a la contaminación del aire exterior en América en 2016. Todas las personas pueden estar expuestas a la contaminación del aire exterior. Sin embargo, se perciben grandes diferencias entre grupos de población y localidades geográficas. Por ejemplo, quienes viven cerca de carreteras o recintos industriales a menudo están expuestos a elevados niveles de contaminación y como consecuencia se presentan las enfermedades respiratorias crónicas y agudas según el tiempo de exposición al contaminante. Actualmente existen estrategias que se implementan en las diferentes industrias y métodos para mitigar el impacto negativo característico por la emisión de los diferentes gases a la atmósfera con el propósito de generar sostenibilidad, rentabilidad en las empresas y mejorar la calidad de vida de la población.

**Palabras clave**— Ambiente, enfermedades respiratorias, impacto, industrias, salud.

**Abstract** - The following article presents a bibliographical review of the impact on human health resulting from the alteration in air quality generated by the emission of atmospheric pollutants emitted by the various industries and vehicles. In other words, the different economic sectors in their unitary processes generate atmospheric emissions that cause damage to both the environment and the human being. These emissions are charged with pollutants such as carbon monoxide (CO), oxides of nitrogen (NOx), Sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>), particulate matter among others. These pollutants cause deterioration in health in vulnerable groups such as children under 5 years, pregnant mothers, older adults and people suffering from respiratory illnesses such as asthma, chronic bronchitis, cardiovascular diseases or diabetes. According to the World Health Organization (WHO), about 249,000 premature deaths were attributable to the pollution of the outside air in America in 2016. All people may be exposed to outdoor air pollution; yet, large differences are perceived between population groups and geographical locations. For example, those who live near roads or industrial precincts are often exposed to high levels of pollution and as a result, chronic and acute respiratory diseases are presented according to the time of exposure to the pollutant. Currently, there are strategies that are implemented in the different industries and methods to mitigate the significant negative impact by the emission of the different gases to the atmosphere with the purpose of generating sustainability, profitability in the companies and improve the population's quality life.

**Key Words** — Environment, respiratory diseases, impact, industries, health.

<sup>1</sup> Ingeniera Ambiental, UNISANGIL Sede Yopal

<sup>2</sup> Ingeniera Sanitaria y Ambiental, Especialista en Sistemas de Gestión Integrado de la Uniboyaca.

## I. INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental es un fenómeno que se ha vivido en la Tierra desde hace cientos de años; antes que el hombre descubriera el fuego, se presentaban en el planeta actividades de origen natural como erupciones volcánicas, según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), estas son fuentes naturales de contaminación que alteran la calidad del aire emitiendo gases tóxicos. También están los incendios forestales causa de sequías prolongadas y altas temperaturas y descomposición de la materia orgánica entre otras.

A mediados del siglo XVIII, inició la revolución industrial, donde además, se originó la contaminación de origen antrópico, caracterizada por el descubrimiento y desarrollo de la máquina a vapor y la introducción de los combustibles fósiles como el carbón y el petróleo como fuentes primarias de energía, lo que a su vez impulsó el desarrollo de las fábricas, la producción industrial en masa, y el transporte mecánico de mercancías y pasajeros, siendo un pilar importante para el aporte de diferentes contaminantes atmosféricos a gran escala [1].

## II. FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Las principales fuentes de emisión de contaminantes, se clasifican en dos tipos: fijas y móviles, refiriéndose a las fijas como toda instalación en donde se desarrollan procesos industriales, de servicio, comerciales o toda aquella actividad

que genera o podría generar emisiones contaminantes a la atmósfera [2], siendo las fuentes móviles, aquellas que se encuentran en Balakrishnan [3]. Otras fuentes de contaminación son las naturales entre ellas se encuentran fenómenos como erupciones volcánicas, actividades sísmicas, incendios forestales, o descomposición de la materia orgánica, entre otros. Por ello, se puede decir que el mayor porcentaje de impacto medioambiental está determinado por el estilo de vida de la población [4].

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) clasifica los contaminantes del aire en material particulado, gases, primarios y secundarios. El material particulado está compuesto por pequeñas partículas líquidas o sólidas de polvo, humo, niebla y ceniza volante. Los gases incluyen sustancias como el monóxido de carbono, dióxido de azufre y compuestos orgánicos volátiles. Un contaminante primario es aquel que se emite a la atmósfera directamente de la fuente y mantiene la misma forma química. Un contaminante secundario es aquel que experimenta un cambio químico cuando llega a la atmósfera, ejemplo de ello puede ser el ozono que surge de los vapores orgánicos y óxidos de nitrógeno que emite una estación de gasolina o el escape de los automóviles; los vapores orgánicos reaccionan con los óxidos de nitrógeno (NOx) en presencia de luz solar y producen el ozono.

A continuación en la Tabla 1, se exponen algunas fuentes de contaminación y los contaminantes que se forman.

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS QUÍMICOS Y SUS FUENTES [5]

Contaminante	Formación	Estado	Fuente
Partículas en suspensión, PM <sub>10</sub> , Humos negros	Primaria y Secundaria	Sólido, líquido	Vehículos, procesos industriales, humo del tabaco
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Primaria	Gaseoso	Vehículos, procesos industriales
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Primaria y Secundaria	Gaseoso	Vehículos y cocinas a gas
Monóxido de carbono (CO)	Primaria	Gaseoso	Vehículos, combustiones en interiores, humo de tabaco.
Compuestos orgánicos volátiles (COV)	Primaria y Secundaria	Gaseoso	Vehículos, combustiones en interiores, humo de tabaco, industria.
Plomo (Pb)	Primaria	Sólido (partículas finas)	Vehículos, industria
Ozono (O <sub>3</sub> )	Secundaria	Gaseoso	Vehículos (secundario a foto-oxidación de NO <sub>x</sub> y COV's

PM10: Partículas con un diámetro inferior a 10 µm

NOx: Óxidos de nitrógeno

También Álvarez M. & Romero M [6], clasifican los contaminantes, de acuerdo a su grado de peligrosidad y nocividad, indicando que se pueden clasificar en cinco grupos las fuentes que aportan emisiones al deterioro de la calidad del aire de acuerdo a las condiciones del proceso tecnológico empleado, y el control de los contaminantes del aire con las que éstas cuentan:

**Grupo I:** fábricas y plantas mezcladoras de plaguicidas, fertilizantes, producción de cemento (más de 150.000 toneladas al año, plantas de producción de nitrógeno).

**Grupo II:** fábricas de asbesto cemento, fundiciones de metales no ferrosos, con horno eléctrico, las canteras, los laboratorios de preparados químicos, y fábricas de plásticos.

**Grupo III:** producción de betún y productos derivados de la hulla, carbón vegetal, sales minerales, acumuladores, producción de cable aisladores de plomo y goma, artículos de carpintería, mataderos, o centrales azucareras.

**Grupo IV:** producción de jabón, pinturas, extracción de sal común, de maquinarias y equipos para la industria electrónica, artículos de cerámica refractaria, ladrillos, loza, porcelana, empresas tabacaleras, producción de grafitos, y papel.

**Grupo V:** producción de artículos de perfumería, tintes naturales, producción de oxígeno, producción de fósforos comerciales, de artículos de yeso y barro, calzado, embutidos, pastas alimenticias, derivados lácteos, panaderías.

De las anteriores industrias se destacan algunas como la industria metalúrgica, en la cual Borregaard, N [7] señala que el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), se produce al fundir concentrados de cobre o bien al quemar combustibles, especialmente carbón y petróleo, o minerales que contienen azufre. Al ser emitido no está en equilibrio químico, por lo cual se dispersa en la atmósfera continuando su transformación a trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) y luego a ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), precipitándose a tierra bajo la forma de sulfatos; también la industria textil genera emisiones atmosféricas principalmente derivada de la actividad de secado de piezas mediante sistemas de aire caliente producido en calderas, la emisión de ruido por el funcionamiento de la maquinaria y emisión de vapores y aerosoles en el proceso de tintura [8].

Otra a destacar es la industria del ladrillo que está directamente relacionada con la construcción de vivienda. Industria que no ha modernizado sus procesos de operación y, consecuentemente, continúa contaminando con sus emisiones, está asociada a los sectores más pobres de las comunidades bajo un esquema de economía informal, y su desarrollo está en función de la demanda de los centros de

población aledaños [9], [10], ésta industria continúa usando los mismos procesos desarrollados desde la antigüedad, tales como preparación manual de la mezcla, moldeo y cocción en hornos, empleando combustibles y sistemas de combustión con muy baja eficiencia térmica y altamente contaminantes, que generan dioxinas y furanos, distintas especies de hidrocarburos, volúmenes masivos de partículas, óxidos de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno, contaminando la atmósfera.

En la Figura 1, se presentan tipos de fuentes contaminantes atmosféricas.

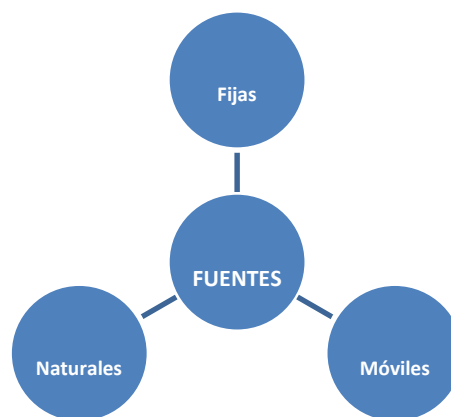


Fig 1. Tipos de fuentes contaminantes.

Autores como Alados L., Casquero J. & Titos G., [11], resaltan que los contaminantes más problemáticos, dentro de los cuales se encuentran el ozono troposférico ( $\text{O}_3$ ), el monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), el dióxido de azufre, ( $\text{SO}_2$ ), los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_x$ ) y el material particulado  $\text{PM}_{10}$  (partículas con diámetro aerodinámico inferior a  $10\ \mu\text{m}$ ). Los  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  y  $\text{CO}$ ; se consideran contaminantes primarios ya que se emiten directamente a la atmósfera, y su procedencia está directamente relacionada con la quema de combustible, ya sea de carácter doméstico (calefacción central), vehicular (tráfico) o industrial (centrales termoeléctricas). En cambio, el ozono troposférico ( $\text{O}_3$ ) es un contaminante secundario, que no se emite directamente a la atmósfera sino que aparece como resultado de reacciones fotoquímicas muy complejas, que involucran a los óxidos de nitrógeno. Por otro lado, el material particulado o partículas de aerosol atmosférico, pueden tener origen tanto natural (desiertos, volcanes, incendios) como antropogénico (industria, tráfico, calefacciones, quema de biomasa, entre otros). Su composición química y rango de tamaños es también muy variable.

### III. LA SALUD HUMANA

La afectación de la calidad del aire provocada por la emisión de los diversos contaminantes, tiene impactos negativos tanto en el medio ambiente como en la salud humana; en el primer caso, uno de los fenómenos

medioambientales que más resalta es el aumento de la temperatura media de la tierra, o bien llamado calentamiento global, generado principalmente por el aumento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) según *Minambiente*, [12] como el vapor de agua, el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), se acumulan en la atmósfera de la tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera, en la medida que aumenta su concentración en la atmósfera. Gómez J., [4] comparte que casi el 80% de los gases contaminantes que producen el cambio climático están relacionados con la producción y consumo de energía; vale la pena aclarar, que como respuesta a esta preocupación se dio un primer paso hacia un régimen verdaderamente mundial de reducción y estabilización de las emisiones de GEI, llamado protocolo de Kioto, que proporciona la arquitectura esencial para cualquier acuerdo internacional sobre el cambio climático que se firme en el futuro, este ha movido a los gobiernos a establecer leyes y políticas para cumplir sus compromisos, a las empresas a tener el medio ambiente en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre sus inversiones, y además ha propiciado la creación del mercado del carbono, como lo cita *Minambiente*, [13], así mismo El Protocolo de Kioto vincula jurídicamente a los países desarrollados a los objetivos de reducción de emisiones. El primer período de compromiso del Protocolo comenzó en 2008 y finalizó en 2012. El segundo período de compromiso comenzó el 1 de enero de 2013 y concluirá en 2020, según *Naciones Unidas* [14].

En efecto la calidad del aire afecta el sistema respiratorio que el 36% de las muertes son por cáncer de pulmón, el 35% de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), el 34% de los accidentes cerebrovasculares y el 27% de las cardiopatías isquémicas son atribuibles a la contaminación atmosférica.



Fig. 2 Enfermedades respiratorias en América. Fuente. Organización Panamericana de la Salud (OPS) [15].

La salud humana también se ve fuertemente afectada por el deterioro de la calidad del aire, que como lo relato *Sánchez M*, [16], en una entrevista a una especialista en este tema, “los padecimientos que se pueden presentar como consecuencia de los altos niveles de contaminación del aire

son infecciones respiratorias de tipo crónicas o agudas”, *Ballester F, Pérez S & Tenias J*, [17] en su artículo publicado en la Unidad de Epidemiología y Estadística de la Escuela Valenciana de Estudios para la Salud (EVES), interpretan las reacciones que produce la contaminación atmosférica en la salud humana fundamentados en estudios. Estas enfermedades infecciosas son:

#### A. Enfermedades Respiratorias Crónicas (ERC)

Según la organización mundial de la salud (OMS), las Enfermedades Respiratorias Crónicas (ERC) son enfermedades crónicas de las vías respiratorias y otras estructuras del pulmón, que en muchas ocasiones resultan irreversibles y causan la muerte, siendo de exposición a largo plazo y de larga duración haciéndose además, bastantes significativas para la salud pública. Algunas de las más frecuentes son:

- ✓ Asma;
- ✓ Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC);
- ✓ Cáncer de pulmón
- ✓ Alergias respiratorias;
- ✓ Enfermedades pulmonares de origen laboral;
- ✓ Hipertensión pulmonar.

#### B. Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA)

Hay efectos de la contaminación del aire sobre la salud a corto plazo que generalmente son en muchas ocasiones reversibles. [3]

Las ERA son un grupo de enfermedades, tanto infecciosas como no infecciosas, que afectan principalmente las vías respiratorias, especialmente en época de invierno y lluvia.

La causa de las Enfermedades Respiratorias Agudas es en su mayoría la presencia de virus y bacterias. Se puede adquirir la enfermedad a través del aire o por el contacto directo con personas enfermas.

Los principales síntomas de las ERA son tos, fiebre, flema o moco, dolor o enrojecimiento de la garganta, ronquera, dolor de oído. Algunos ejemplos son:

- ✓ Resfriado común
- ✓ Gripe
- ✓ Amigdalitis
- ✓ Influenza
- ✓ Bronquitis
- ✓ Neumonía

Esta clase de enfermedad puede repetirse en ocasiones varias veces al año.

#### IV. POBLACIÓN VULNERABLE

En las últimas décadas todos los medios de comunicación reportan asociación entre los contaminantes atmosféricos y el incremento de las consultas de urgencias por enfermedades respiratorias, donde se ven involucrados:

##### A. Población infantil

En el caso de los contaminantes atmosféricos en que la exposición ocurre vía inhalación, la vulnerabilidad es mayor debido a que las vías aéreas y los alvéolos se están desarrollando todavía. Junto a lo anterior, los mecanismos de defensa son todavía inmaduros. Por otro lado, el niño suele pasar más tiempo en el exterior que los adultos y, además, hay que tener en cuenta que los niños, en términos relativos, inhalan el doble de aire que los adultos [18]

Según la investigación de [19] Vargas, Sandra en su artículo “Contaminación atmosférica y efectos respiratorios en niños, en mujeres embarazadas y en adultos mayores”, en Latinoamérica por cada cien consultas pediátricas ambulatorias, aproximadamente 70 se deben a las ERA; también se reporta que este evento contribuye con una de cada dos hospitalizaciones en servicios pediátricos, principalmente en épocas de invierno. Entre los pacientes que requieren hospitalización, entre 30 y 60% presentan neumonía y asma, esto también se debe a factores como las condiciones socio-económicas. Es claro que la pobreza, la condición de la vivienda, el detrimento de las condiciones de las personas y el trabajo informal aumentan la vulnerabilidad de la población menor de cinco años y la de mayor de 60 años a la enfermedad respiratoria aguda [20].

##### B. Mujeres embarazadas

Estudios epidemiológicos han demostrado la asociación de la exposición prenatal a contaminación atmosférica con diversos efectos relacionados con el desarrollo fetal. Para el bajo peso al nacimiento y retraso en el crecimiento intrauterino, los resultados son compatibles con una relación causal. Para parto pretérmino, es necesario contar con mayor número de estudios, aunque las pruebas existentes sugieren que podría existir un vínculo causal. Para las malformaciones congénitas, no existen pruebas concluyentes que indiquen causalidad de la contaminación atmosférica [21].

Los contaminantes que más afectan el desarrollo fetal y el sistema nervioso central son el ozono (O<sub>3</sub>) y el monóxido de carbono CO, viéndose afectado con retrasos del desarrollo intelectual y neurológico a largo plazo comparte [22].

##### C. Adulto mayor o de personas de la tercera edad

En el adulto mayor, en consecuencia, a su edad, el sistema respiratorio está más deteriorado por la prolongada

exposición en el tiempo a los diferentes contaminantes atmosféricos. Algunos de los efectos en la salud atribuibles a ésta exposición incluyen la mortalidad excesiva, por causas respiratorias, la disminución de la función pulmonar y las alteraciones inmunológicas, según Vargas S. [19], también suele presentar episodios agudos o de empeoramiento progresivo de los síntomas del **asma**, incluyendo tos y opresión en el pecho.

##### D. Otros grupos vulnerables

Entre ellos se encuentran las personas con enfermedades respiratorias que en su mayoría conviven con algunas, como el asma, la bronquitis crónica o el enfisema, los que padecen enfermedades cardiovasculares o diabetes y, en general, las personas de edad avanzada que padezcan alguna enfermedad crónica. Se debe resaltar que en este grupo vulnerable hace referencia a todas las edades, desde neonatos hasta adulto mayor.

#### V. ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN

Dentro de las estrategias más importantes para controlar y prevenir las emisiones atmosféricas provenientes de las diferentes fuentes, para mejorar la calidad del aire y la salud de la población, se tienen:

##### A. Control por parte de la Autoridad Ambiental competente

La autoridad ambiental (AA) en Colombia es el ente público encargado de velar y hacer cumplir leyes, decretos, protocolos, políticas, planes, programas, acuerdos entre otros, según su jurisdicción; del medio ambiente y los recursos naturales. Dentro de estos recursos, se incluye el componente aire y su calidad. La AA realiza seguimiento a las diferentes entidades tanto del sector público como privado revisando el cumplimiento de la normatividad vigente de calidad del aire y solicitando informes periódicos de cumplimiento. De no cumplir quien genera las emisiones atmosféricas contaminantes, seguirá el procedimiento de acuerdo o sanción según el ente competente y la gravedad de la falta.

##### B. Producción Más Limpia

Según el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente. Para los procesos de producción, y que ésta sea más limpia es necesario:

- ✓ Eliminar las materias primas tóxicas y peligrosas,
- ✓ Reducir la materia prima,



- ✓ Emplear materia prima con sellos verdes certificados en los procesos de producción.

Lo anterior, apuntando a la reducción de impactos ambientales, disminución de enfermedades respiratorias y al cumplimiento de la normatividad.

En muchas ocasiones, el cambio de materia prima para los procesos resulta muy eficiente para la industria tanto ambientalmente como económicamente a largo o mediano plazo.

La medida más importante es la disminución de las emisiones de gases contaminantes. Esto comporta la puesta en marcha de estrategias, en todos los sectores, con el uso eficiente de la energía y la utilización progresiva de energías renovables.

### C. Sistemas de control

Para las distintas fuentes de contaminación del aire, existen equipos y técnicas que disminuyen la concentración de los diferentes contaminantes según la industria o el vehículo que son emitidos a la atmósfera.

Para fuentes fijas en general se utilizan equipos de control para olores, gases y material particulado, mientras que para el control se utilizan equipos para material particulado:

- ✓ Filtro de mangas
- ✓ Filtro de Cartridge
- ✓ Precipitador electrostático
- ✓ Precipitador hidrostático
- ✓ Equipos lavadores

Para control de gases:

- ✓ Lavadores húmedos
- ✓ Lavadores semisecos
- ✓ Sistemas de adsorción
- ✓ Biofiltros

Para control de olores (COV)

- ✓ Biofiltros
- ✓ Torres de absorción química ácida
- ✓ Torres de absorción química básica

Las fuentes móviles generan emisiones por la quema de combustibles fósiles utilizados por el parque automotor, son los principales emisores de contaminantes como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, dióxidos de azufre y compuestos orgánicos volátiles, que utilizan sistemas de control como:

- ✓ Revisión Técnico- Mecánica
- ✓ Cambio a combustibles más limpios - biocombustibles
- ✓ Mantenimiento periódico al vehículo y tubo de escape
- ✓ Planes de movilidad sostenible
- ✓ Cambio de la flota vehicular de las grandes empresas por tecnología moderna automotriz

### D. Sistemas de vigilancia de calidad del aire

Las estaciones de monitoreo son de gran ayuda en el control de los contaminantes atmosféricos independiente del tipo de fuente que esté generando la emisión a la atmósfera, estos equipos monitorean continuamente y arrojan datos en tiempo real de la concentración del contaminante. Con los datos que se obtienen, se pueden calcular los promedios de las concentraciones y estimar el comportamiento de los gases o material particulado para poder informar el estado de la calidad del aire.

## VI. CONCLUSIONES

La industrialización y automatización en el planeta genera alteración en la salud y en el clima causando notablemente el efecto de la contaminación atmosférica, el ser humano se ve altamente afectado y aunque puede resistir cambios bruscos climáticos, el sistema respiratorio no ha podido adaptarse a las concentraciones de agentes tóxicos presentes en el aire.

Las enfermedades respiratorias en los niños y en los adultos mayores, quienes son los que se ven más afectados por la contaminación en el aire, se adquieren por inmisión cuando las fuentes de contaminación están descargando a la atmósfera los gases procedentes de las distintas actividades que realizan.

Existen distintos tipos de enfermedades respiratorias, estas se diferencian por el tiempo de exposición de la población con los contaminantes, agudas y crónicas, ambas afectan el sistema respiratorio, pero las primeras son de tipo reversible y se pueden controlar con medicamento mientras en las segundas, los efectos son irreversibles y causan la muerte por la prolongación de la exposición de contaminantes.

Los sistemas de control ayudan a prevenir, disminuir y mitigar las emisiones a la atmósfera en fuentes fijas y móviles también a cuantificar concentraciones y cumplir normatividad para evitar sanciones y contribuir al desarrollo sostenible del área.

# REFERENCIAS

- [1] C. Villanueva, M. Sevilla, y R.D. Kross, La bioética medioambiental y el estrés oxidativo. *Revista Sicelo*, (20) 91-108. 2013. [En línea]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-16592013000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-16592013000300006&script=sci_arttext)
- [2] J. Aguirre y J. Machado, "Evaluación de la calidad del aire por el efecto combinado de fuentes fijas y móviles de combustión en el sector industrial el salitral usando un modelo de dispersión de contaminantes". Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador, 2015.
- [3] Balakrishnan et al. (2014). Organización panamericana de la salud. [En línea]. Disponible en: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12918%3A2017-ambient-air-pollution&catid=2619%3Aenvironmentalhealth&Itemid=42246&lang=es](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918%3A2017-ambient-air-pollution&catid=2619%3Aenvironmentalhealth&Itemid=42246&lang=es)
- [4] F. Gómez, "Contaminación medioambiental en la industria textil", Trabajo de grado, Universidad Miguel Hernández, 2015.
- [5] F. Ballester, "Contaminación atmosférica, cambio climático y salud", Unidad de Epidemiología y Estadística. Escuela Valenciana de Estudios para la Salud. *Rev Esp Salud Pública*, vol. 79: pp.159-175, 2005. [En línea]. Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/resp/2005.v79n2/159-175/>
- [6] M. Álvarez y M. Romero, "Control de la contaminación del aire", *Revista Ecimed*, pp. 232-242, 2014 [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Mireya\\_Alvarez\\_Toste/publication/295861652\\_Control\\_de\\_la\\_contaminacion\\_del\\_aire/links/56cf17b808ae4d8d649f8e59/Control-de-la-contaminacion-del-aire.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mireya_Alvarez_Toste/publication/295861652_Control_de_la_contaminacion_del_aire/links/56cf17b808ae4d8d649f8e59/Control-de-la-contaminacion-del-aire.pdf)
- [7] N. Borregaard, "Valorización económica de los impactos ambientales en la minería chilena", *Revista Ambiente y desarrollo*, vol. 17) pp. 50 – 58, 2001. [En línea]. Disponible en: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44069883/1\\_Borregaard.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1513190220&Signature=yuXqgiuZrksvSHWnvodl7AAkSgI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBorregaard.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44069883/1_Borregaard.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1513190220&Signature=yuXqgiuZrksvSHWnvodl7AAkSgI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBorregaard.pdf)
- [8] J. Gómez, "El calentamiento global en el ecuador y el mundo y cómo influye el gobierno ecuatoriano en defensa del medio ambiente". Trabajo de grado, Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador, 2015.
- [9] L.E. Cervera, G. Córdova y M.L. Romo, "Estudio urbano-ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez", *Revista Estudios Fronterizos*, vol. 5, pp. 9-34, 2004. [En línea]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-69612004000100001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-69612004000100001)
- [10] F. Domínguez, N. Farrera, C., Gómez, P. López y J. Moreira, "Estudio exploratorio del impacto ambiental generado por la industria ladrillera del municipio de Chiapa de Corzo", Chiapas, México. *Revista Lacandonia*, vol. 5, pp. 89-96, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://cuid.unicach.mx/revistas/index.php/lacandonia/article/view/231>
- [11] L. Alados, J. Casquero y G. Titos (2016). Diagnóstico de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Granada. [En línea]. Disponible en: [http://www.granada.org/inet/agenda21.nsf/cff91acc5fede7f9c125727500305ef9/0aae130c836640acc1257f88002dc457/\\$FILE/Diagnostico%20Calidad%20Aire.pdf](http://www.granada.org/inet/agenda21.nsf/cff91acc5fede7f9c125727500305ef9/0aae130c836640acc1257f88002dc457/$FILE/Diagnostico%20Calidad%20Aire.pdf)
- [12] Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo sostenible. (2017). Gases de efecto invernadero. [En línea]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/mitigacion/gases-efecto-invernadero>
- [13] Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo sostenible. Protocolo de Kioto. [En línea]. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/protocolo-de-kioto>
- [14] Naciones Unidas, La ONU y el cambio climático. [En línea]. Disponible en: <http://www.un.org/climatechange/es/hacia-un-acuerdo-sobre-el-clima/>
- [15] Organización Panamericana de la Salud. [En línea]. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/index.php?lang=es>
- [16] M. Sánchez, (26 de octubre de 2013). Enfermedades respiratorias crónicas y agudas por contaminación. *La crónica*. [En línea]. Disponible en: <https://lacronica.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/26102013/68655-Enfermedades-respiratorias-cronicas-y-agudas-por-contaminacion.html>
- [17] F. Ballester, S. Pérez y J. Tenias, "Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción", *Revista Sicelo*, vol. 73, 1999. [En línea]. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57271999000200002](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57271999000200002)
- [18] TF. Bateson y J. Schwartz. "W.H.O. is sensitive to the Effects of Particulate Air Pollution on Mortality?" A case-crossover analysis of the effect modifiers" *Epidemiology*, vol. 15, pp.143-149, 2004.
- [19] S. Vargas, W. Onatra, L. Osorno, E. Páez, y O. Sáenz, "Contaminación atmosférica y efectos respiratorios en niños, en mujeres embarazadas y en adultos mayores", *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol.11(1), pp. 31-45, 2008. [En línea]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262008000100006&lng=en&tlang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262008000100006&lng=en&tlang=es).
- [20] R. Harari y H. Harari, "Children's environment and health in Latin America: the Ecuadorian case". *Ann. N Y Acad. Sci.* 1076: p.p. 660-677, 2006.
- [21] R.J. Sram, B.Binkoba y J. Delmek, "Ambient air pollution and pregnancy outcomes: a review of the literature", *Environ. Health Perspect*, vol.113, pp. 375- 382, 2005.
- [22] R. Dugandzic, L. Dodds y D. Stieb, "The association between low level exposures to ambient air pollution and term low birth weight: a retrospective cohort study", *Environ Health*. vol. 5, pp. 3-10, 2006.